

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑩ DE 44 34 538 A 1

AR

APR 38/11

- ⑳ Aktenzeichen: P 44 34 538.0
㉑ Anmeldetag: 27. 9. 94
㉒ Offenlegungstag: 13. 4. 95

DE 44 34 538 A 1

㉓ Innere Priorität: ㉔ ㉕ ㉖

06.10.93 DE 43 34 087.3

㉗ Anmelder:

IMMUNO AG, Wien, AT

㉘ Vertreter:

Eitle, W., Dipl.-Ing.; Lehn, W., Dipl.-Ing.; Fücksle, K.,
Dipl.-Ing.; Hansen, B., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;
Brauns, H., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Görg, K.,
Dipl.-Ing.; Kohlmann, K., Dipl.-Ing.; Kolb, H.,
Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Ritter und Edler von
Fischern, B., Dipl.-Ing.; Zangs, R., Dipl.-Ing.; Kindler,
M., Dipl.-Chem.Univ. Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte;
Nette, A., Rechtsanw., 81925 München

㉙ Erfinder:

Eibl, Johann, Dr., Wien, AT; Dorner, Friedrich, Prof.,
Wien, AT; Barrett, Noel, Dr., Klosterneuburg, AT

Prüfung Antrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉚ Verfahren zur Virusinaktivierung in Gegenwart von Polyalkylenglykol sowie die dabei erhaltene pharmazeutische Präparation

㉛ Die Erfindung betrifft eine pharmazeutische Präparation, enthaltend ein Plasmaprotein, welche Präparation frei von infektiösen Agenzien sowie weitgehend frei von Denaturierungsprodukten ist und erhältlich ist durch ein Verfahren, das die folgenden Schritte umfaßt:

- a) Zugabe eines Polyethers zu einer das Plasmaprotein enthaltenden Lösung, gegebenenfalls Lyophilisierung der Lösung,
- b) Inaktivierung von infektiösen Agenzien in Gegenwart des Polyethers durch eine physikalisch-chemische oder chemische Behandlung, und
- c) Entfernung des Polyethers.

DE 44 34 538 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine pharmazeutische Präparation, enthaltend ein Plasmaprotein, welches durch ein hoch wirksames Verfahren zur Inaktivierung von infektiösen Agenzien unter Erhaltung der biologischen Aktivität erhältlich ist.

Die Erfindung umfaßt auch ein Verfahren zur Herstellung der genannten pharmazeutischen Präparation, welches nachweislich potentiell vorhandene Viren inaktiviert.

Plasmaproteine sind Proteine, die aus menschlichem oder tierischem Blut -bzw. Plasma gewonnen werden können. Die Plasmaproteine sind als pharmazeutische Präparation zur therapeutischen, prophylaktischen oder diagnostischen Anwendung bestimmt. Solche Präparationen können Enzyme, Proenzyme einschließlich Gerinnungsfaktoren, Enzymcofaktoren, Enzyminhibitoren, Immunglobuline, Albumin, Plasminogen, Fibrinogen, Fibronectin, t-PA, Urokinase, Prourokinase oder Plasma enthalten. Als Plasmaproteine werden ebenso rekombinante Polypeptide verstanden, die aufgrund ihrer Eigenschaften den genannten Plasmaproteinen äquivalent sind.

Unter biologischen Präparaten werden pharmazeutisch anwendbare Präparate verstanden, die biologischen Ursprungs sind, d. h. aus natürlichen Quellen isoliert oder aus Zellkulturen gewonnen bzw. rekombinant hergestellt sind. Ein biologisches Präparat enthält beispielsweise ein Plasmaprotein oder eine Vaccine, insbesondere ein virales Antigen.

Zu den biologischen Präparaten zählen aber auch Immunglobulinpräparate, monoklonale Antikörper oder deren Fragmente, Überstände von Zellkulturen oder Ascitesflüssigkeit von Mäusen.

Bei der Verabreichung eines biologischen Präparates, insbesondere eines Plasmaprotein-haltigen Präparates besteht ein Infektionsrisiko durch potentiell vorhandene infektiöse Agenzien, wie Hepatitis - oder AIDS-Viren. Das Herstellungsverfahren dieser Präparate muß daher geeignete Inaktivierungsmaßnahmen umfassen.

Unter infektiösen Agenzien werden Krankheitserreger verstanden, die von einem Organismus auf einen anderen Organismus übertragen werden können, beispielsweise Viren oder Prionen.

Es liegt eine umfangreiche Literatur vor, die sich mit der Inaktivierung von infektiösen Agenzien in pharmazeutischen Präparationen befaßt.

Als eine der wirksamsten Methoden zur Inaktivierung von Viren gilt das Erhitzen von Plasmaproteinen in Lösung. Es ist bekannt, daß eine virussichere albuminhaltige Präparation durch Erhitzen einer wäßrigen Albuminlösung bei einer Temperatur von 60°C während 10 h hergestellt werden kann. Die biologische Aktivität des Albumins ist dabei nicht beeinträchtigt, da Albumin ein relativ stabiles Plasmaprotein ist.

Durch den Zusatz von Ammoniumsulfat ist im Stand der Technik eine Erhöhung der Virusinaktivierungskapazität einer Wärmebehandlung von Blutprodukten in Lösung beschrieben (EP-124 506). Dabei ist das Problem der gleichzeitigen Inaktivierung von Plasmaproteinen bekannt, weshalb vorgeschlagen wird, Protein-stabilisierende Substanzen, wie Glycin zuzusetzen. Eine erwünschte Stabilisierung der Plasmaproteine bedeutet aber gleichzeitig eine unerwünschte Stabilisierung der infektiösen Agenzien. Das Bestreben geht also dahin, eine Infektivität der Präparation auszuschließen und gleichzeitig ihre biologische Aktivität weitgehend zu erhalten.

Ein Zusatz von Stabilisatoren zu Plasmaprotein-haltigen Lösungen ist beispielsweise aus EP-292 003 bekannt. Als Stabilisatoren werden Saccharide oder Zuckeralkohole und neutrale Salze, wie Acetate, Phosphate und Sulfate zugesetzt. Salze haben hier eine stabilisierende Wirkung.

Eine virusinaktivierende Wirkung von Salzen ist hingegen in WO-90/07524 beschrieben. Antikörper gegen Protein C sind bei 22°C mindestens 2 h in Gegenwart von mindestens 2,6 M Guanidin oder 2 M Kaliumthiocyanat stabil. Eine solche Behandlung wird auch vorgeschlagen, um potentiell vorhandene Viren zu inaktivieren. Die genannten Verbindungen haben aufgrund ihres chaotropen Verhaltens nicht nur inaktivierende Wirkung gegenüber Viren, sondern auch gegenüber Proteinen. Deshalb ist es beachtlich, daß die Antikörper bei Raumtemperatur eine gewisse Zeit mit diesen Verbindungen inkubiert werden können, ohne ihre Affinität zu Protein C zu verlieren.

Aus WO-90/15613 ist ein Verfahren zur Inaktivierung von Viren durch Zusatz von Natriumthiocyanat zu Plasmaprotein-haltigen Lösungen bekannt. Um das Plasmaprotein nicht denaturieren, wird darauf geachtet, daß die Behandlung möglichst bei 4°C und während einer kurzen Behandlungsdauer erfolgt.

Thiocyanate werden darüber hinaus als Elutionsmittel im Rahmen einer Immunaффinitätschromatographie eingesetzt. Im Anschluß an die Elution erfolgt unmittelbar die Entfernung des Thiocyanates, um eine Schädigung des gereinigten Proteins zu verhindern (vgl. US-5 055 557).

Die Erfindung stellt sich die Aufgabe, eine pharmazeutische Präparation, enthaltend ein Plasmaprotein, zur Verfügung zu stellen, die aufgrund ihres Herstellungsverfahrens frei von infektiösen Agenzien sowie weitgehend frei von Denaturierungsprodukten ist.

Die vorstehende Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch eine pharmazeutische Präparation, enthaltend ein Plasmaprotein, gelöst, welche erhältlich ist durch ein Verfahren, das die folgenden Schritte umfaßt:

- a) Zugabe eines Polyethers zu einer das Plasmaprotein enthaltenden Lösung, gegebenenfalls Lyophilisieren der Lösung.
- b) Inaktivierung von infektiösen Agenzien in Gegenwart des Polyethers durch eine physikalisch-chemische oder eine chemische Behandlung, und
- c) Entfernung des Polyethers.

Polyether umfassen gemäß der Erfindung auch Polyhydroxyether, wie Polyalkylenglykol, und insbesondere Polyethylenglykol und Polypropylenglykol.

Eine bevorzugte Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, daß man in Stufe (b) die Inaktivierung von

Polyether und das chaotrope Agens kennzeichnet. Eine weitere bevorzugte Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, daß man in Stufe

- (a) als Polyether ein niedermolekulares Polyethylenglykol ausgewählt aus der Gruppe PEG 200, PEG 300, PEG 400, PEG 600, PEG 900 und PEG 1000 zugibt,
- (b) die Inaktivierung von infektiösen Agenzien in Gegenwart des Polyethylenglykols durchführt, und
- (c) das Polyethylenglykol entfernt.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform erfolgt in Stufe (b) die Inaktivierung von infektiösen Agenzien in Gegenwart des Polyethers durch eine physikalische, physikalisch-chemische oder chemische Behandlung mit der Maßgabe, daß eine Detergens-Behandlung ausgenommen ist.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist deshalb eine pharmazeutische Präparation gemäß Anspruch 1. Bevorzugte Ausführungen davon sind Gegenstand der Ansprüche 2 bis 10, 28 bis 33 und 49.

Weiterer Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren gemäß Anspruch 11 oder 34 zur Herstellung der erfindungsgemäßen pharmazeutischen Präparationen.

Bevorzugte Ausgestaltungen dieser Verfahren sind Gegenstand der Ansprüche 12 bis 27, 35 bis 48 und 50.

Es wurde überraschenderweise gefunden, daß der Zusatz eines Polyethers, wie z. B. Polyethylenglykol, in einer Konzentration von 5 bis 30 Gew.-%, einen unerwartet positiven Effekt auf eine Inaktivierungsbehandlung zur Beseitigung von Infektiosität ausübt. Dadurch können die Bedingungen der Inaktivierungsbehandlung so gewählt werden, daß die biologische Aktivität der Plasmaproteine weitgehend erhalten bleibt.

Die Konzentration des Polyethers wird so gewählt, daß keine Fällungsreaktionen verursacht werden. Es soll bereits an dieser Stelle erwähnt werden, daß auch bei Zusatz von chaotropen Salzen die Behandlung vorzugsweise so durchgeführt wird, daß Proteine nicht gefällt werden. Die Präzipitation von Proteinen birgt nämlich die Gefahr in sich, daß infektiöse Partikel im Präzipitat eingeschlossen sind. Dadurch werden die infektiösen Partikel einer Inaktivierungsbehandlung schlecht zugänglich. In Abwesenheit eines Präzipitats ist daher keine verzögerte Inaktivierung von infektiösen Agenzien zu beobachten. Ebenso ist es möglich, die Temperatur einer Wärmebehandlung bei gleichbleibender Effektivität herabzusetzen.

Die verbesserte Inaktivierungsbehandlung in Gegenwart eines Polyethers konnte nicht erwartet werden. Es wurde nämlich erstmals gefunden, daß in Gegenwart eines Polyethers alleine, beispielsweise Polyethylenglykol, vorhandene Viren inaktiviert werden.

Die Behandlung zur Inaktivierung von infektiösen Agenzien umfaßt vorzugsweise eine Wärmebehandlung, insbesondere bei einer Temperatur von 20 bis 60°C, vorzugsweise im Bereich von 25 bis 45°C.

Als geeigneter Polyether wird vorzugsweise Polyethylenglykol, und besonders bevorzugt ein niedermolekulares Polyethylenglykol verwendet. Als besonders geeignete Polyethylenglykole sind hier solche zu nennen, die aus der Gruppe PEG 200, PEG 300, PEG 400, PEG 600, AEG 900 und PEG 1000 ausgewählt werden. Zur Entfernung des Polyethers eignen sich eine Reihe von bekannten Maßnahmen. Das Plasmaprotein wird aus der behandelten Lösung vorteilhafterweise durch Präzipitation oder Adsorption, vorzugsweise durch Chromatographie, entfernt. Der Polyether verbleibt hingegen in Lösung und wird so vom Plasmaprotein abgetrennt. Die Entfernung des Polyethers erfolgt vollständig bzw. bis zu einem physiologisch akzeptablen Gehalt im verabreichungsfertigen Präparat.

Gemäß der Erfindung kann vorgesehen sein, daß nach Zugabe eines Polyethers zu einer das Plasmaprotein enthaltenden Lösung dieselbe lyophilisiert wird, so daß die anschließende Behandlung des Plasmaproteins zur Inaktivierung von infektiösen Agenzien in Gegenwart des Polyethers im festen Zustand als Lyophilisat erfolgt. Diese Behandlung stellt eine physikalisch-chemische oder eine chemische Behandlung dar. Dazu zählt z. B. auch eine Behandlung in Gegenwart von viruziden Substanzen, gegebenenfalls kombiniert mit einer Strahlenbehandlung oder Hitzebehandlung.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt die Inaktivierung von infektiösen Agenzien durch Behandlung einer Lösung oder eines Lyophilisats der Präparation in Gegenwart von zusätzlich einem chaotropen Agens. Es hat sich herausgestellt, daß durch die Kombination eines streng chaotrop wirksamen Salzes, wie z. B. Thiocyanat, mit einem Polyether, wie z. B. Polyethylenglykol, ein synergistischer Effekt auf die Inaktivierung von Viren beobachtet wird, wobei die biologische Aktivität der Präparation im wesentlichen erhalten bleibt. So werden auch resistente Viren, wie Vaccinia-Virus oder Parvovirus, im Vergleich zu einer Behandlung mit Thiocyanat alleine, wesentlich rascher und bei geringeren Konzentrationen an Thiocyanat inaktiviert. Die Reduktion der Thiocyanat-Konzentration und der Behandlungsdauer wirkt sich wiederum vorteilhaft auf die biologische Aktivität des Präparates aus.

Als chaotropes Agens wird beispielsweise ein Thiocyanat, Harnstoff oder ein Guanidiniumsalz verwendet. Unter den letzteren sind insbesondere Natrium-, Ammonium- oder Kaliumthiocyanat zu nennen. Als Guanidiniumsalz ist insbesondere Guanidiniumhydrochlorid bevorzugt.

Die chaotropen Agenzien werden in Konzentrationen von ca. 0,1 bis 2 M verwendet. Auch hier wird, wie bei der bereits vorstehend beschriebenen Verfahrensvariante, die Behandlung in Gegenwart von zusätzlich chaotropen Salzen unter Bedingungen durchgeführt, bei denen Proteine nicht gefällt werden.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es erstmals möglich, labile Plasmaproteine, d. h. leicht denaturierbare Proteine, in Gegenwart von chaotropen Salzen in Lösung zu behandeln und die biologische Aktivität der Plasmaproteine im wesentlichen zu erhalten.

Der Zusatz eines Polyethers während der Virusinaktivierung ermöglicht also die Herstellung einer pharmazeutischen Präparation, die Plasmaproteine enthält, welche weitgehend frei von Denaturierungsprodukten sind.

Die Entfernung des chaotropen Agens erfolgt ebenso auf an sich bekannte Weise bis zu einem Gehalt, der die

physiologische Verträglichkeit des Präparates nicht beeinträchtigt. Vorzugsweise soll dieser Gehalt unterhalb der Nachweisgrenze liegen. Zur Entfernung von chaotrop wirksamen Salzen kann die plasmaproteinhaltige Lösung dialysiert bzw. ultrafiltriert werden. Gleichzeitig mit dieser physikalischen Behandlung werden potentiell vorhandene infektiöse Partikel abgetrennt. Andererseits kann das Plasmaprotein durch Präzipitation und/oder

5 Adsorption, vorzugsweise durch Chromatographie, vom chaotropen Agens abgetrennt werden.

In einer der vorstehend genannten zweckmäßigen erfindungsgemäßen Ausführungsformen wird in Stufe (b) eine Detergensbehandlung ausgenommen; unter einer solchen Detergensbehandlung ist eine Behandlung mit für eine Virusinaktivierung gemäß dem Stand der Technik üblicherweise verwendeten Detergentien im engeren Sinne zu verstehen, d. h. also mit z. B. Tensiden, wie die für derartige Zwecke eingesetzten oberflächenaktiven

10 Mittel, z. B. insbesondere Polyoxyethylenderivate der Sorbitanester (Polysorbat), die unter dem Warenzeichen "Tween" erhältlich sind. Solche Detergentien werden im Zusammenhang mit einer Virusinaktivierung, zumindest in Kombination mit anderen Maßnahmen, z. B. beschrieben in EP-A-479597 (wo insbesondere Tween 80 verwendet wird), US-A-4764369 (nach der die Virusinaktivierung mit Di- oder Trialkylphosphat in Kombination mit Detergentien durchgeführt wird), und EP-B-0050061 (worin die Virusinaktivierung und Verringerung oder

15 Beseitigung von Substanzen, die unerwünschte Wirkungen, z. B. Pyrogenizität besitzen, durch Zugabe eines amphipilen Mittels erfolgt, das z. B. ein Gallensäuresalz, ausgewählt aus Natriumcholat und Natriumdeoxycholat, oder ein nicht-ionisches Tensid ausgewählt aus den polyoxyethylierten Derivaten der partiellen Ester von C₁₂-C₂₂-Fettsäuren und Anhydriden ist).

Unter den erfindungsgemäß ausgenommenen Detergentien sind insbesondere zu verstehen:

20 Nicht-ionische Detergentien, Polyoxyethylenderivate von Fettsäuren, partielle Ester von Sorbit(ol)anhydriden, wie z. B. "Tween 80", "Tween 20" und "Polysorbat 80", und nicht-ionische öllösliche Detergentien, wie sie unter dem Warenzeichen "Triton X-100" (oxyethyliertes Alkylphenol) vertrieben werden, sowie außerdem Natriumdeoxycholat, und sogenannte "Zwittergents", d. h. synthetische zwitterionische Detergentien, die als "Sulfobetaine" bekannt sind, wie z. B. N-Dodecyl-N,N-dimethyl-2-ammonio-1-ethansulfonat, und ähnliche Substanzen, oder

25 nichtionische Detergentien, wie z. B. Octyl-beta-D-glucopyranosid.

Im allgemeinen sind nicht-ionische oberflächenaktive oxyethylierte Alkylphenole Polyoxyethylensorbitanfettsäureester, Polyoxyethylensäuren und Polyoxyethylenoxypropylenfettsäuren. Spezifische Beispiele davon sind die folgenden:

Alkylphenoxypolyethoxy(30)ethanol

30 Polyoxyethylen(2)sorbitanmonolaurat
Polyoxyethylen(20)sorbitanmonopalmitat
Polyoxyethylen(20)sorbitanmonostearat
Polyoxyethylen(20)sorbitantristearat
Polyoxyethylen(20)sorbitanmonooleat

35 Polyoxyethylen(20)sorbitantriioleat
Polyoxyethylen(20)palmitat
Polyoxyethylen(20)laurylether
Polyoxyethylen(20)cetyllether
Polyoxyethylen(20)stearyllether

40 Polyoxyethylen(20)oleylether
Polyoxyethylen(20)hydriertes Castoröl
Polyoxyethylen(20)oxypropylenmonostearat.

Amphiphile oberflächenaktive Mittel, die sowohl hydrophile wasserlösliche als auch hydrophobe wasserunlösliche Gruppen enthalten, und die häufig in anionische, kationische, ampholytische und nicht-ionische oberflächenaktive Mittel eingeteilt werden; Beispiele für solche amphiphile, erfindungsgemäß ausgeschlossene Detergentien sind:

Anionische Mittel:

Sulfatiertes oxyethyliertes Alkylphenol (Triton W-30)[®];
sulfatierter Lauryletheralkohol;

50 Natriumdodecylbenzolsulfonat (Nacconol NR)[®];
Natrium 2-sulfoethyloleat (Igepon A)[®];
Natrium N-methyl-N-oleylethanolsulfonat (Igepon T)[®];
Natriumdodecylsulfat;
Natriumcholat;

55 Natriumdeoxycholat;
Natriumdodecylsulfonat;
Natriumdodecyl-N-sarconisat.

Kationische Mittel:

Dodecyldimethylbenzylammoniumchlorid (Triton K-60)[®];
oxyethylierte Amine (Ethomeen)[®];
60 Cetyltrimethylammoniumbromid;
Tetradecylammoniumbromid;
Dodecylpyrimidiniumchlorid;
Hexadecyltrimethylammoniumchlorid.

65 Ampholytische Mittel:

Dodecyl beta-alanin;
N-dodecylaminoethanesulfonsäure;
Palmitoyllysocithin;

Oxy methylierte Alkylphenole (Triton X-100®), partielle Ester von C₁₂-C₂₂-Fettsäuren (z. B. Laurin-, Palmitin-, Stearin- und Ölsäuren) und Hexitanhydride (z. B. Hexitane und Hexide) (Spans), wie sie z. B. in den US-Patenten 2232820, 2232821, 2303432 beschrieben werden; polyoxyethylierte Derivate dieser partiellen Ester, die durch Addition von Polyoxyethylenketten an nicht-esterifizierte Hydroxylgruppen erhalten werden (Tween, z. B. Tween 80® oder Polysorbat 80®) wie z. B. in US-Patent 2380166 beschrieben; partielle polyoxyethylierte Fettsäureester (Myrj45®); Polyoxyethylenfettsäurealkoholether (Brij®)

Unter den ausgeschlossenen oxyethylierten Alkylphenolen (Triton X), sind insbesondere zu nennen die der Formel $RC_6H_4(OC_2H_4)_nOH$, worin R Octyl oder Nonyl ist und n mindestens 3 bedeutet, wie z. B. Octylphenoxyethanol; solche oberflächenaktive Mittel werden unter dem Warenzeichen "Triton X", z. B. Triton X-100, Triton X-165, Triton X-205, Triton X-305, Triton X-405 und Triton N-100 vertrieben.

Als weitere Detergentien, die gemäß der erfindungsgemäßen zweckmäßigen Ausführungsform ausgenommen sind, sind die amphiphilen Detergentien: Gallensäuresalze, wie z. B. Natriumcholat und Natriumdeoxycholat.

Die erfindungsgemäße pharmazeutische Präparation zeichnet sich überraschenderweise vor allem durch ein sehr geringes Ausmaß an Denaturierung aus. Die biologische Aktivität des Plasmaproteins nach Inaktivierung von infektiösen Agenzien ist — im Vergleich zur Aktivität vor der Inaktivierungsbehandlung — zu mindestens 50%, vorzugsweise mindestens 80%, am meisten bevorzugt zu mindestens 90% erhalten.

Die biologische Aktivität der erfindungsgemäßen Präparation wird im Falle eines Faktors der Gerinnung, Fibrinolyse oder Thrombolyse, oder dessen Inhibitor gemessen durch seinen Einfluß auf die enzymatische Reaktion im Rahmen der Blutgerinnung. Die biologische Aktivität eines Immunglobulins kann nach der Auftrennung des Präparates mittels HPLC-Chromatographie beurteilt werden. Etwaige Denaturierungsprodukte bzw. Aggregate werden so von Immunglobulin-monomeren bzw. -dimeren abgetrennt und quantitativ bestimmt.

Der positive Effekt auf die Inaktivierung von infektiösen Agenzien durch Polyether, wie z. Polyethylenglykol, war für den Fachmann überraschend. Es war allgemein bekannt, daß Substanzen, die Plasmaproteine stabilisieren, auch eine stabilisierende Wirkung auf Viren ausüben. In diesem Zusammenhang sei z. B. auf eine Veröffentlichung von B. Horowitz et al in Transfusion, 25, 523-527 (1985) verwiesen. Danach war in Gegenwart eines Polyethers eine verschlechterte Inaktivierungskinetik zu erwarten.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird so lange durchgeführt, daß potentiell vorhandene Viren aus der Gruppe der großen membranumhüllten RNA-Viren, kleinen membranumhüllten RNA-Viren und der membranumhüllten DNA-Viren vollständig inaktiviert werden. Dies kann durch Versuche mit Modellviren bestätigt werden. Die Bedingungen des erfindungsgemäßen Verfahrens werden so gewählt, daß ein dem biologischen Präparat zugesetztes Virus aus jeder Gruppe durch das erfindungsgemäße Verfahren inaktiviert wird, so daß der Virustiter unter der Nachweisgrenze liegt. Als Modellvirus eignen sich vor allem HIV, FSME-Virus und Pseudo-rabies-Virus (PSR).

Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich insbesondere zur Inaktivierung von Hepatitis-Viren, vor allem von Hepatitis B, Hepatitis C und non-A-non-B-Hepatitisviren sowie von Retroviren, vor allem von AIDS-Viren.

Die Erfindung wird durch die nachfolgenden Beispiele noch näher erläutert:

1. Inaktivierung von Modellviren in einer Gammaglobulin-haltigen Lösung mit Thiocyanat in Gegenwart von Polyethylenglykol

Eine 10%ige Lösung, enthaltend ein i.m.verträgliches Gammaglobulin wurde hergestellt durch eine Plasmafraktionierung nach Cohn. Die Lösung wurde mit einer Suspension, enthaltend HIV-1, FSME-Virus oder PSR-Virus versetzt. Der Lösung wurde Ammoniumthiocyanat bis zu einer Konzentration von 0,3 M und PEG 200 bis zu einem Gehalt von 10 Gew.-% zugesetzt. Anschließend wurde auf 30°C erwärmt und der jeweilige Virustiter nach 0, 1, 3, 6 und 10 h bestimmt. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle angeführt. Als Kontrollwert diente der Virustiter in der verwendeten Virussuspension. Der Virustiter zur Zeit der Behandlungsdauer 0 ist jeweils in den Tabellen aufgeführt.

Mittels HPLC konnte festgestellt werden, daß es durch die Inaktivierungsbehandlung zu keiner Aggregatbildung gekommen ist.

Tabelle 1

Zeit (h)						
	Kontrolle	0	1	3	6	10
HIV-1	10 ^{7.9}	10 ^{2.1}	≤10 ^{0.5}	≤10 ^{0.5}	≤10 ^{0.5}	≤10 ^{0.5}
FSME	10 ^{7.5}	10 ^{2.9}	10 ^{0.6}	<10 ⁰	<10 ⁰	<10 ⁰
PSR	10 ^{7.9}	10 ^{5.6}	≤10 ^{0.5}	≤10 ^{0.5}	≤10 ^{0.5}	≤10 ^{0.5}

2. Vergleichsbeispiel mit jeweils nur Ammoniumthiocyanat bzw. Polyethylenglykol

Der Gammaglobulin-haltigen Lösung aus Beispiel 1 wurde in einem Ansatz Ammoniumthiocyanat in einer Konzentration von 0,3 M zugegeben. In einem weiteren Ansatz wurde der Gammaglobulinhaltigen Lösung aus Beispiel 1 PEG 200 bis zu einem Gehalt von 10 bzw. 30% zugegeben. Die Lösungen wurden mit einer

HIV-1-haltigen Suspension versetzt und auf einer Temperatur von 30°C gehalten. Der Virustiter wurde nach 0, 0,5, 1, 1,5, 2, 3, 6 und 10 h bestimmt. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle angeführt.

Tabelle 2

		Virustiter, Behandlungsdauer (h)						
	Kontrolle	0	1	1.5	2	3	6	10
PEG 10%	10 ^{7.4}	10 ^{6.1}	10 ^{6.5}	n.b.	n.b.	10 ^{6.2}	10 ^{5.9}	10 ^{5.7}
PEG 30%	10 ^{7.4}	10 ^{5.9}	10 ^{4.5}	n.b.	n.b.	10 ^{2.9}	≤10 ^{1.5}	≤10 ^{1.5}
NH ₄ SCN 0.3M	10 ^{7.4}	10 ^{5.5}	10 ^{3.0}	10 ^{2.6}	≤10 ^{0.5}	≤10 ^{0.5}	n.b.	n.b.

n.b. = nicht bestimmt

Aus Tabelle 2 ist deutlich erkennbar, daß beide Agenzien allein im Vergleich zur Kombination einen deutlich geringeren virusinaktivierenden Effekt auf HIV-1 ausüben. Dagegen ist aus Tabelle 1 ersichtlich, daß der Effekt der Kombination ein synergistischer ist, zumal die Inaktivierungskinetik der Kombination aus Polyether und chaotropem Agens wesentlich rascher verläuft als die Addition der Kinetik, die durch die einzelnen Agenzien erreicht wird.

Patentansprüche

1. Pharmazeutische Präparation, enthaltend ein Plasmaprotein, welche Präparation frei von infektiösen Agenzien sowie weitgehend frei von Denaturierungsprodukten ist und erhältlich ist durch ein Verfahren, das die folgenden Schritte umfaßt

- a) Zugabe eines Polyethers zu einer das Plasmaprotein enthaltenden Lösung, gegebenenfalls Lyophilisierung der Lösung,
- b) Inaktivierung von infektiösen Agenzien in Gegenwart des Polyethers durch eine physikalisch-chemische oder chemische Behandlung, und
- c) Entfernung des Polyethers.

2. Pharmazeutische Präparation nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß man in Stufe (b) die Inaktivierung von infektiösen Agenzien in Gegenwart des Polyethers und eines chaotropen Agens durchführt und in Stufe (c) den Polyether und das chaotrope Agens entfernt.

3. Pharmazeutische Präparation nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Polyether einen Polyhydroxyether darstellt.

4. Pharmazeutische Präparation nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Polyhydroxyether ein Polyalkylenglykol, wie z. B. ein Polyethylenglykol oder Polypropylenglykol darstellt.

5. Pharmazeutische Präparation nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Polyether ein niedermolekulares Polyethylenglykol ist.

6. Pharmazeutische Präparation nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das niedermolekulare Polyethylenglykol aus der Gruppe PEG 200, PEG 300, PEG 400, PEG 600, PEG 900 und PEG 1000 ausgewählt wird.

7. Pharmazeutische Präparation nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Inaktivierung von infektiösen Agenzien bei einer Konzentration des Polyethers von 5 bis 30 Gew.-% erfolgt, wobei Proteine nicht präzipitiert werden.

8. Pharmazeutische Präparation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Immunglobulin enthalten ist.

9. Pharmazeutische Präparation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Faktor der Gerinnung, Fibrinolyse oder Thrombolyse oder eine Inhibitorsubstanz derselben enthalten ist.

10. Pharmazeutische Präparation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die biologische Aktivität des Plasmaproteins nach Inaktivierung von infektiösen Agenzien zu mindestens 50%, vorzugsweise mindestens 80%, am meisten bevorzugt mindestens 90% erhalten ist.

11. Verfahren zur Herstellung eines biologischen Präparates unter Inaktivierung von Viren der Gruppe der großen, membranumhüllten RNA-Viren, kleinen, membranumhüllten RNA-Viren, und membranumhüllten DNA-Viren, wobei die biologische Aktivität des Präparates im wesentlichen beibehalten wird, gekennzeichnet durch eine Behandlung des Präparates zur Inaktivierung von infektiösen Agenzien in Gegenwart eines Polyethers und gegebenenfalls eines chaotropen Agens.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß eine Lösung des Präparates behandelt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß eine physikalisch-chemische oder eine chemische Behandlung zur Inaktivierung von infektiösen Agenzien vorgenommen wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß als Polyether ein Polyhydroxyether

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß als Polyhydroxyther Polyethylenglykol oder Polypropylenglykol verwendet wird.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Inaktivierung von infektiösen Agenzien in Anwesenheit eines niedermolekularen Polyethylenglykols, ausgewählt aus der Gruppe PEG 200, PEG 300, PEG 400, PEG 600, PEG 900 und PEG 1000, erfolgt.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Inaktivierung von infektiösen Agenzien in Gegenwart eines Polyethers in einer Konzentration von 5 bis 30 Gew.-% erfolgt, wobei Proteine nicht präzipitiert werden.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß das chaotrope Agens ausgewählt ist aus der Gruppe Thiocyanate, Harnstoff und Guanidiniumsalze.
19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß als Thiocyanat Ammonium-, Natrium- oder Kaliumthiocyanat verwendet wird.
20. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß als Guanidiniumsalz Guanidiniumhydrochlorid verwendet wird.
21. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß das chaotrope Agens in einer Konzentration von 0,1 bis 2 M eingesetzt wird.
22. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß als chaotropes Agens ein Thiocyanat in einer Konzentration von 0,1 bis 2 M eingesetzt wird.
23. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Behandlung bei einer Temperatur im Bereich von 20 bis 60 °C durchgeführt wird.
24. Verfahren nach den Ansprüchen 11 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Behandlung während einer Dauer von 1 bis 10 h durchgeführt wird.
25. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß das Plasmaprotein ein Immunglobulin umfaßt.
26. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß als Plasmaprotein ein Faktor der Gerinnung, Fibrinolyse oder Thrombolyse oder eine Inhibitorsubstanz derselben vorliegt.
27. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Behandlung unter Bedingungen durchgeführt wird, unter denen die biologische Aktivität des Präparates zu mindestens 50%, vorzugsweise mindestens 80%, am meisten bevorzugt mindestens 90% erhalten wird.
28. Pharmazeutische Präparation nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß man in Stufe
 (a) als Polyether ein niedermolekulares Polyethylenglykol ausgewählt aus der Gruppe PEG 200, PEG 300, PEG 400, PEG 600, PEG 900 und PEG 1000 zugibt,
 (b) die Inaktivierung von infektiösen Agenzien in Gegenwart des Polyethylenglykols durchführt, und
 (c) das Polyethylenglykol entfernt.
29. Pharmazeutische Präparation nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, daß zur Inaktivierung von infektiösen Agenzien zusätzlich ein chaotropes Agens zugegeben wird.
30. Pharmazeutische Präparation nach Anspruch 28 oder 29, dadurch gekennzeichnet, daß die Inaktivierung von infektiösen Agenzien bei einer Konzentration des Polyethylenglykols von 5 bis 30 Gew.-% erfolgt, wobei Proteine nicht präzipitiert werden.
31. Pharmazeutische Präparation nach einem der Ansprüche 28 bis 30, dadurch gekennzeichnet, daß ein Immunglobulin enthalten ist.
32. Pharmazeutische Präparation nach einem der Ansprüche 28 bis 31, dadurch gekennzeichnet, daß ein Faktor der Gerinnung, Fibrinolyse oder Thrombolyse oder eine Inhibitorsubstanz derselben enthalten ist.
33. Pharmazeutische Präparation nach einem der Ansprüche 28 bis 32, dadurch gekennzeichnet, daß die biologische Aktivität des Plasmaproteins nach Inaktivierung von infektiösen Agenzien zu mindestens 50%, vorzugsweise mindestens 80%, am meisten bevorzugt mindestens 90% erhalten ist.
34. Verfahren zur Herstellung eines biologischen Präparates unter Inaktivierung von Viren der Gruppe der großen, membranumhüllten RNA-Viren, kleinen, membranumhüllten RNA-Viren, und membranumhüllten DNA-Viren, wobei die biologische Aktivität des Präparates im wesentlichen beibehalten wird, gekennzeichnet durch eine Behandlung des Präparates zur Inaktivierung von infektiösen Agenzien in Gegenwart eines Polyethers, der vorzugsweise ein niedermolekulares Polyethylenglykol ist, ausgewählt aus der Gruppe PEG 200, PEG 300, PEG 400, PEG 600, PEG 900 und PEG 1000.
35. Verfahren nach Anspruch 34, dadurch gekennzeichnet, daß eine Lösung des Präparates behandelt wird.
36. Verfahren nach Anspruch 34 oder 35, dadurch gekennzeichnet, daß eine physikalisch-chemische oder eine chemische Behandlung zur Inaktivierung von infektiösen Agenzien vorgenommen wird.
37. Verfahren nach einem der Ansprüche 34 bis 36, dadurch gekennzeichnet, daß die Inaktivierung von infektiösen Agenzien in Gegenwart des Polyethylenglykols in einer Konzentration von 5 bis 30 Gew.-% erfolgt, wobei Proteine nicht präzipitiert werden.
38. Verfahren nach einem der Ansprüche 34 bis 37, dadurch gekennzeichnet, daß zur Inaktivierung von infektiösen Agenzien neben dem Polyethylenglykol ein chaotropes Agens eingesetzt wird.
39. Verfahren nach Anspruch 38, dadurch gekennzeichnet, daß das chaotrope Agens ausgewählt ist aus der Gruppe Thiocyanate, Harnstoff und Guanidiniumsalze.
40. Verfahren nach Anspruch 39, dadurch gekennzeichnet, daß als Thiocyanat Ammonium-, Natrium- oder Kaliumthiocyanat verwendet wird.
41. Verfahren nach Anspruch 39, dadurch gekennzeichnet, daß als Guanidiniumsalz Guanidiniumhydrochlorid verwendet wird.
42. Verfahren nach einem der Ansprüche 38 bis 41, dadurch gekennzeichnet, daß das chaotrope Agens in

einer Konzentration von 0,1 bis 2 M eingesetzt wird.

43. Verfahren nach einem der Ansprüche 38 bis 40, dadurch gekennzeichnet, daß als chaotropes Agens ein Thiocyanat in einer Konzentration von 0,1 bis 2 M eingesetzt wird.

44. Verfahren nach einem der Ansprüche 34 bis 43, dadurch gekennzeichnet, daß die Behandlung bei einer Temperatur im Bereich von 20 bis 60 °C durchgeführt wird.

45. Verfahren nach einem der Ansprüche 34 bis 44, dadurch gekennzeichnet, daß die Behandlung während einer Dauer von 1 bis 10 h durchgeführt wird.

46. Verfahren nach einem der Ansprüche 34 bis 45, dadurch gekennzeichnet, daß das Plasmaprotein ein Immunglobulin umfaßt.

47. Verfahren nach einem der Ansprüche 34 bis 46, dadurch gekennzeichnet, daß als Plasmaprotein ein Faktor der Gerinnung, Fibrinolyse oder Thrombolyse oder eine Inhibitorsubstanz derselben vorliegt.

48. Verfahren nach einem der Ansprüche 34 bis 47, dadurch gekennzeichnet, daß die Behandlung unter Bedingungen durchgeführt wird, unter denen die biologische Aktivität des Präparates zu mindestens 50%, vorzugsweise mindestens 80%, am meisten bevorzugt mindestens 90% erhalten wird.

49. Pharmazeutische Präparation nach einem der Ansprüche 1 bis 10 und 28 bis 33, dadurch gekennzeichnet, daß in Stufe (b) die Inaktivierung von infektiösen Agenzien in Gegenwart des Polyethers durch eine physikalische, physikalisch-chemische oder chemische Behandlung mit der Ausnahme einer Detergensbehandlung erfolgt.

50. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 27 und 34 bis 48, dadurch gekennzeichnet, daß die Inaktivierung in Gegenwart des Polyethers und gegebenenfalls eines chaotropen Agens durch eine physikalische, physikalisch-chemische oder chemische Behandlung mit der Ausnahme einer Detergensbehandlung erfolgt.